

DB

**Extrusion of thick sections of expanded polystyrene foam using alternative blowing agents involves pre-expansion in the extrusion nozzle**

Patent Number: DE19946523  
Publication date: 2001-04-05  
Inventor(s): PLATE MARK (DE); SCHULZE ULFRIED (DE); TIMAN BERNARDUS (DE); WILLETAL JUERGEN (DE)  
Applicant(s): GEFINEX JACKON GMBH (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19946523  
Application Number: DE19991046523 19990928  
Priority Number(s): DE19991046523 19990928  
IPC Classification: B29C44/50; B29C47/12; B29C47/86  
EC Classification: B29C44/46B2, B29C47/14, B29C47/86  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

The polystyrene foam is expanded with a non-fluorochlorohydrocarbon based blowing agent and is pre-expanded in the extrusion nozzle before final expansion outside the nozzle.

---

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - 12

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 46 523 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 29 C 44/50**  
B 29 C 47/12  
B 29 C 47/86

②① Aktenzeichen: 199 46 523.1  
②② Anmeldetag: 28. 9. 1999  
④③ Offenlegungstag: 5. 4. 2001

DE 199 46 523 A 1

⑦① Anmelder:  
Gefinex-Jackon GmbH, 33803 Steinhagen, DE

⑦④ Vertreter:  
Kaewert, K., Rechtsanwalt, 40593 Düsseldorf

⑦② Erfinder:  
Willetal, Jürgen, 29462 Wustrow, DE; Plate, Mark,  
Dr., 29410 Salzwedel, DE; Schulze, Ulfried, 29416  
Binde, DE; Timan, Bernardus, 29416 Binde, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 44 32 111 A1  
DE 26 16 686 A1  
DE-OS 19 50 592

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Düsenkonfiguration zur Extrusion von Kunststoffschäumsträngen großer Dicke

⑤⑦ Nach der Erfindung wird extrudierte und mit alternativen Treibmitteln beladene Kunststoffschmelze in der Düse vorexpanziert, bevor der Schäumvorgang einsetzt.

DE 199 46 523 A 1

4/5/01

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Düsenkonfiguration zur Extrusion von Kunststoffschaumsträngen großer Dicke, insbesondere unter Verwendung von Polystyrol und unter Verwendung alternativer Treibmittel (FCKW-frei und HFCKW-frei). Die Kunststoffstränge werden anschließend zu Bauplatten abgelängt.

Kunststoffschaum kann auf verschiedenen Wegen hergestellt werden. Eine bedeutende Herstellung verwendet sogenannte Extruder. Dabei wird Kunststoff in fester Form in den Extruder eingegeben und dort unter entsprechendem Druck und Temperatur aufgeschmolzen wird. In dem schmelzflüssigen Zustand werden Additive und Treibmittel sehr homogen verteilt. Im Produktionsablauf haben Additive z. B. die Aufgabe als Stabilisatoren oder Nukleierungsmittel zu wirken. Ferner gibt es Zuschläge zur Produktbeeinflussung, z. B. Flammhemmer und Farbstoffe. Auch Füllmittel müssen als Zuschläge angesehen werden.

Die Treibmittel wurden in früherer Zeit üblicherweise als chemische Treibmittel mit dem Kunststoff und den Zuschlägen eingegeben. In zeitgemäßen Anlagen wird ein physikalisches Treibmittel erst eingegeben, wenn der Kunststoff aufgeschmolzen worden ist. Das Zugabe des Treibmittels erfolgt unabhängig von der Bauart des Extruders an geeigneter Stelle in der Verarbeitungsstrecke des Extruders.

Bei den Extrudern wird grob zwischen den Einschnellenextrudern, den Doppelschnellenextrudern und den Planetwalzenextrudern unterschieden. Bei den Einschnellenextrudern und Doppelschnellenextrudern gibt die Bezeichnung Aufschluß über die verwendete Anzahl von Schnecken. Bei dem Doppelschnellenextruder kämmen die Schnecken miteinander. Die Verzahnungen beider Schnecken sind so aufeinander abgestimmt, daß die Zähne beider Schnecken ineinandergreifen können. Dadurch entsteht eine besonders starke Förderwirkung. Dies ist Anlaß, um in einer Extrusionsanlage für das Einziehen von Einsatzmaterial, Druckaufbau und Aufschmelzen einen Doppelschnellenextruderteil einzusetzen. Die Mischung/Dispergierung von Zuschlägen und Treibmittel mit Schmelze kann in dem Doppelschnellenextruderteil oder in einem nachgeschalteten zweiten Extruderteil der Anlage stattfinden. Von Vorteil ist dabei die Tandembauart mit zwei hintereinander geschalteten Extrudern, deren Betriebsbedingungen in Grenzen unabhängig voneinander beeinflussbar sind, z. B. die Drehzahlregelung. In der Tandembauart hat der zweite, nachgeschaltete Extruder zugleich die Aufgabe, die Schmelze auf Extrusionstemperatur (Schmelzeaustrittstemperatur) zu kühlen. Für den zweiten, nachgeschalteten Kühler werden in der Praxis bislang Einschnellenextruder eingesetzt.

In der Vergangenheit ist die Schaumextrusion von der Verwendung von fluorchlorkohlenwasserstoffhaltigen Treibmitteln beherrscht worden. Das Treibverhalten und der Einfluß auf das Wärmedämmverhalten von Kunststoffschaum waren überaus günstig. Mit derartigen Treibmitteln waren Strangdicken von 140 mm und mehr ohne weiteres erreichbar.

Zum Schäumen ist erforderlich, daß die treibmittelbeladene Schmelze aus einem hohen Druckniveau vor der Austrittsdüse in eine geringes Druckniveau, z. B. Normaldruck geführt wird. Den Druckaufbau leistet eine Düse mit einem Düsenpalt, der einen ausreichenden Widerstand gegen den Schmelzeaustritt besitzt und so den gewünschten Druckaufbau bewirkt. Für Schaumstränge werden üblicherweise liegende Breitschlitzdüsen verwendet. Der Schlitz ist der oben beschriebene Düsenpalt.

Trotz der oben beschriebenen Handhabungsfreundlichkeit müssen die FCKW-Treibmittel wegen der mit ihnen

verbundenen Umweltschädigung verlassen werden. Sie besitzen ein hohes ozonschädigendes Potential und haben einen großen Treibhauseffekt. Die Auslauffristen für derartige Treibmittel sind zum Teil schon seit vielen Jahren bekannt. Gleichwohl ist es bislang nur in bestimmten Grenzen gelungen, die FCKW-Treibmittel durch alternative Treibmittel zu ersetzen. Neue, sogenannte alternative Treibmittel sind z. B. die Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Stickstoff ( $\text{N}_2$ ), Kohlenwasserstoffe, Alkohole. Diese Treibmittel sind seit längerem bekannt, ihr Handling ist ungleich schwieriger.

Der wesentliche Grund für die Handhabungsschwierigkeiten von  $\text{CO}_2$  und dergleichen Treibmitteln ist das wesentlich höhere Treibvermögen. Mit zunehmender Dicke von Kunststoffschaumsträngen wird die Qualität des Schaumes immer schlechter. Die übliche Grenze für die Herstellung eines noch akzeptablen Schaumstoffstranges liegt bei etwa 60 mm. Für zeitgemäßes Dämm-Material ist 60 mm in den meisten Fällen nicht ausreichend. Z. B. sind in der Dachdämmung heute Dicken von mehr als 100 mm beherrschend.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auch mit alternativen Treibmitteln eine größere Strangdicke mit ausreichender Qualität zu schäumen.

Diese Aufgabe ist auch Gegenstand der Patentanmeldung DE 44 32 111 A1. Dabei geht die Patentanmeldung einen anderen Weg. Dort werden mehrere Schichten coextrudiert und/oder wird eine Düse mit einem oder mehreren sich verzweigenden Schlitzten verwendet. Die Schlitzte besitzen eine übliche Öffnungsweite. Die mit üblicher Öffnungsweite verbundene beschränkte Schaumdicke wird dadurch überwunden, daß die Verzweigungen bei dem Schäumen einen gewünschten Querschnitt mit Schaum ausfüllen. Die austretenden Schmelzeschichten sollen sich einander bei der Expansion berühren und sich miteinander durch Verschweißen verbinden.

Bei derartigen Düsen besteht aber die Gefahr, daß die austretende Schmelze ungünstig verhaftet und die Beschaffenheit des Stranges nachteilig beeinflusst.

Bei der Lösung der Aufgabe geht die Erfindung einen anderen Weg, nämlich der Vorexpanansion der Schmelze in der Düse. Nach der Erfindung wird das dadurch erreicht, daß die engste Stelle des Düsenpalt zwischen den Düsenlippen von dem Düsenende zurückverlegt wird und daß nach der engsten Stelle der Düsenlippen eine Erweiterung vorgesehen ist. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, daß jeder Schaum ein mehr oder weniger bestimmtes optimales Aufschäumverhältnis hat. Überraschenderweise ist das optimale Aufschäumverhältnis mit und ohne Vorexpanansion gleich groß. Durch die Vorexpanansion in der Düse erhöht sich aber die Ausgangsdicke des Schmelzestromes bei Verlassen der Düse. Im Vergleich mit einer Düse ohne Vorexpanansion ergibt sich bei einem Düsenpalt von 1 mm Höhe und einem Aufschäumverhältnis von 50 eine maximale Strangdicke von 50 mm. Bei erfindungsgemäßer Vorexpanansion der Schmelze in der Düse ergibt sich in vereinfachter Rechnung bei einer Vorexpanansion auf 2 mm und gleichem Aufschäumverhältnis eine maximale Strangdicke von 100 mm. In dem Beispiel ist eine Verdoppelung der maximalen Strangdicke erreicht worden. In anderen Fällen wird die Vorexpanansion wahlweise größer oder geringer gewählt.

Von Vorteil ist es, die Schmelzetemperatur auf der Vorexpanensionsstrecke in der Düse weiter zu kontrollieren. Günstig ist, wenn mit einer Schmelzetemperatur in die Düse gegangen wird, die 5 bis 20 Grad Celsius, vorzugsweise 8 bis 12 Grad Celsius, über der Glastemperatur der Schmelze liegt. Die Glastemperatur ist bei den einzelnen Schmelzen materialabhängig. Die Glastemperatur liegt bei reinem Polystyrol bei etwa 100 Grad Celsius. Durch das Verwenden

von Polystyrolmischungen und die Zugabe von Additiven und Treibmitteln kann die Glastemperatur im Verhältnis zu reinem Polystyrol (PS) um ca 10 Grad gesenkt werden.

Durch die Temperierung der Düse kann die Schmelze auf jeder gewünschten Temperatur gehalten werden oder auch in Grenzen eine Temperaturänderung erfahren. Die Temperierung wird vorzugsweise durch Wasser oder Öl herbeigeführt. Im Falle der Kühlung hat das Wasser große Vorteile. Bei notwendiger Heizung kann zwar auch mit Druckwasser gearbeitet werden. Bei Verwendung von Öl läßt sich die gewünschte Temperatur aber auch ohne Druck halten. Für das Temperierungsmittel sind in die Düse Kanäle eingearbeitet. Vorzugsweise ist im Bereich der Düsenlippen mindestens ein Kühlkanal vor und hinter der engsten Lippenstelle in jeder Düsenlippe vorgesehen. Dadurch ergeben sich mindestens zwei Kanäle in der oberen Düsenlippe und mindestens zwei Kanäle in der unteren Düsenlippe.

In jeder Düsenlippe wird mit dem Kanal vor der engsten Lippenstelle die Eintrittsschmelzetemperatur und mit dem anderen Kanal die Schmelzetemperatur auf der Vorexpanionsstrecke temperiert. Zweckmäßigerweise ist die Temperaturmessung ein Teil der Temperaturregelung wie auch die Koppelung mit der Temperierung.

Zur Temperaturmessung sind wahlweise in der Düse Meßbohrungen vorgesehen, desgleichen zur Druckmessung.

Je nach Länge der Vorexpanionsstrecke und je nach Maß der Expansion ergibt sich nach der engsten Lippenstelle/Spalt in Schmelzeströmungsrichtung eine Lippenneigung zur Mittelebene von 0 bis 80 Grad. Die Länge der Vorexpanionsstrecke beträgt je nach Rahmenbedingungen vorzugsweise 5 bis 150 mm.

Die enge Lippenstelle/Spalt ist notwendig, um vor der Düse einen gewünschten Druck aufzubauen.

Das Aufschäumen ist davon abhängig, daß eine treibmittelbeladene Schmelze aus einem Bereich hohen Druckes in einen Bereich niedrigen Druckes gefördert wird, dabei expandiert das Treibmittel und bildet in der Kunststoffschmelze Blasen/Zellen.

Anströmseitig besitzt die Breitschlitzdüse vor der engsten Lippenstelle/Spalt (in einem vertikalen Schnitt durch die liegende Düse gesehen) vorzugsweise einen Trichter mit Verjüngung in Schmelzeströmungsrichtung auf die engste Stelle zu. Der Trichter hat wahlweise gleichfalls eine Neigung von 0 bis 80 Grad zur Mittelebene. Der Trichter dient vorzugsweise dazu, die Schmelze gleichmäßig in den Spalt zwischen den Düsenlippen zu lenken. Die Trichterlänge beträgt vorzugsweise 10 bis 100 mm.

Die Düse hat in dem Bereich dieses Trichters (in der Draufsicht der liegenden Düse gesehen) eine geringere Breite als der herzustellende Kunststoffschaumstrang. "Geringer" schließt für 600 bis 1000 mm breite Schaumstränge Abweichungen bis zu 80% von der Breite des Kunststoffschaumstranges ein.

Im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorexpanion kann sich auch ein in Schmelzeströmungsrichtung längerer Spalt günstig auswirken. Im Prinzip ist an sich ein linienförmiger Spalt mit einer in Schmelzeströmungsrichtung gegen Null gehenden Länge ausreichend. Es stellen sich jedoch strömungstechnische Vorteile ein, wenn sich die gegenüberliegenden Spaltflächen in Schmelzeströmungsrichtung über eine Länge von 5 bis 20 mm erstrecken.

Wahlweise wird der oben beschriebene Trichter durch einen Verdrängungskörper ergänzt. Der Verdrängungskörper bildet eine Schmelzeführung und Schmelzeverteilung zur Vergleichmäßigung des Schmelzestromes über der Düsenbreite. Die Schmelzeverteilung gewährleistet bei einheitlicher Spaltöffnung über der Düsenbreite einen überall gleich-

chen Schmelzeaustritt.

Die Spaltöffnung wird in an sich bekannter Weise durch gegeneinander anstellbare Düsenlippen optimiert. Der Anstellbereich beträgt für die engste Stelle der Düsenlippen maximal wenige Millimeter, z. B. 5 mm, vorzugsweise weniger als 1 mm, so daß eine geringe Führung für die Anstellung ausreicht.

Wahlweise wird die Führung mittels Schrauben, insbesondere mit Zylinderkopfschrauben gebildet. Die Schrauben bilden dabei nicht nur die Führung, sondern auch eine Verspannung der die Düsenlippen bildenden Bauteile bzw. der mit den Düsenlippen verstellbaren Bauteile. Besonders geeignet sind Spannschrauben und Schraubenlöcher, die - abgesehen vom üblichen Spiel - mindestens ein Durchmesserübermaß gegenüber dem Schraubenkopf und dem Schraubenschaft aufweisen, das gleich dem halben Anstellbereich ist. Besser ist ein Übermaß, daß gleich dem gewünschten ganzen Verstellbereich ist. Dann ist eine symmetrische/gleiche Anstellung beider Düsenlippen entbehrlich. D. h. die Düsenlippen ermöglichen dann auch einzeln die Ausnutzung des gesamten gewünschten Verstellbereiches. Ein weitergehendes Übermaß wird in der Regel nicht erforderlich.

Die Gewindelöcher ragen vorzugsweise bis in den festen bzw. nicht verstellbaren Düsenkörper. In den die Düsenlippen bildenden Bauteilen bzw. den mit den Düsenlippen verstellbaren Bauteilen befinden sich gestufte Durchgangslöcher als Schraubenlöcher.

Zur Verstellung können Gewindestangen/Schrauben/Spindeln als Verstellantrieb eingesetzt werden.

Die Verstellung erfolgt vorzugsweise in der Weise, daß die Zylinderkopfschrauben nicht gelöst werden, um die zu den Düsenlippen gehörigen Bauteile mit dem Verstellantrieb auseinander zu fahren oder zusammen zu fahren. Die Verstellung der Düsenlippen erfolgt den Widerstand aus dem Anpreßdruck der Spannschrauben. Allerdings ist der Anpreßdruck kontrolliert. Mit einem Momentenschlüssel wird sichergestellt, daß die Schraubenspannung ausreicht, um dem Schmelzedruck zu widerstehen, zugleich aber für die Verstellung der Düsenlippen nicht zu hoch ist.

Grundsätzlich ist auch eine andere Verfahrensweise möglich, nämlich ein Lösen der Spannschrauben zum Verstellen der Düsenlippen. Anschließend müssen die Spannschrauben wieder angezogen werden, bis die die Düsenlippen bildenden Bauteile bzw. die mit den Düsenlippen bewegten Bauteile mit dem übrigen Düsenkörper verspannt sind.

Anstelle eines manuellen Verstellens und/oder Verspannes der Düsenlippen bzw. der mit den Düsenlippen verstellbaren Bauteilen kann auch eine hydraulische und/oder elektrische Verstell- und Verspanneinrichtungen zum Einsatz kommen. Darüber hinaus kann die Verstellung während des Extrusionsbetriebes optimiert werden.

Wahlweise sind auch anstelle von einteiligen, anstellbaren Düsenlippen mehrteilige Düsenlippen vorgesehen. Dabei ergeben sich weitere Verfahrensvorteile, wenn die einzelnen Düsenlippenteile einzelnen und/oder zu mehreren gemeinsam anstellbar sind. Das erlaubt eine unterschiedliche Ausformung des Düsenpaltes. Vorteilhafterweise kann damit einem unterschiedlichen Schmelzeanfall bzw. unterschiedlichem Schmelzedruck Rechnung getragen werden. Z. B. kann im Randbereich des Düsenpaltes eine größere Spaltöffnung als in der Mitte eingestellt werden. Die unterschiedliche Spaltöffnung wird vorzugsweise genutzt, um trotz unterschiedlichen Schmelzeanfalls bzw. unterschiedlicher Schmelzeströmung zu einer einheitlichen Zellbildung zu kommen.

Wahlweise ist zusätzlich zur vertikalen Anstellbarkeit der Düsenlippen oder anstelle der vertikalen Anstellbarkeit der Düsenlippen auch eine Veränderung durch Schwenken der

Düsenlippen vorgesehen. Durch das Schwenken kann der Neigungswinkel der die Vorexpanion bestimmenden Düsenflächen verändert werden. Die schwenkbare Anordnung kann sowohl bei einteiligen wie auch bei mehrteiligen Düsenlippen Anwendung finden. Durch Schwenken kann die Vorexpanion bei sonst gleicher Spaltöffnung verändert werden. Die Schwenkbewegung kann durch eine gewölbte Auflagefläche der Düsenlippen an dem Düsenkörper unter Beibehaltung der sonstigen Bauweise entstehen. Die Auflagefläche resultiert in ihrem Verlauf dann vorzugsweise aus vorher ermittelten optimalen Betriebszuständen/Stellungen bei unterschiedlichen Öffnungsweiten.

Die Schwenkbarekeit kann auch anders dargestellt werden, z. B. durch verspannbare Gelenke, die unabhängig von der Spaltöffnung eine Schwenkbewegung erlauben.

Die Düsenlippe kann wie an üblichen Düsen geradlinig verlaufen. Wahlweise ist aber auch ein gebogener Düsenlippenverlauf vorgesehen. Der gebogene Düsenlippenverlauf erleichtert die Schmelzeverteilung. Ziel ist dabei, einen in etwa gleichen Weg aller Schmelzeteile von dem Eintritt in die Düse bis in den Spalt zu erreichen. "In etwa" schließt Unterschiede bis zu 20%, besser noch weniger als 5% des Schmelzeweges in der Düse ein.

Der Eintritt in die Düse ist regelmäßig durch eine zylindrische Bohrung gekennzeichnet. In der Düse bedingt die Breitschlitzform eine flache Trichterform mit einem sich in Schmelzeströmungsrichtung öffnenden Trichter (in der Draufsicht auf die liegende Düse gesehen). Bei gerader Düsenlippenausbildung ist der Schmelzeweg (in der Draufsicht auf den liegenden flachen Trichter der Düse gesehen) am Rand des Trichters am längsten. Durch eine Auswölbung der Düsenlippe in Schmelzeströmungsrichtung kann der Weg der Schmelze in der Düsenmitte dem Weg der Schmelze am Düsenrand angeglichen werden.

Die oben beschriebene Verengung der Düse zu einem Spalt bedingt – in einer Ansicht entlang einer vertikal verlaufenden Schnittlinie durch die Düse gesehen – die weitere Trichterform der Düse.

Wahlweise wird die Schmelzeströmung auch mittels eines Verdrängungskörpers beeinflusst, der in dem liegenden Trichter angeordnet ist und die Schmelze auf der Spaltbreite verteilt. Der Verdrängungskörper bewirkt vorzugsweise zugleich eine Verengung der Spalthöhe in der Düse im Wege einer trichterförmigen Verjüngung der Düse in Schmelzeströmungsrichtung (in einem vertikalen Schnitt durch eine liegende Düse gesehen). Der Verdrängungskörper kann in mehreren Richtungen variieren. Er kann unterschiedliche Dicken besitzen, z. B. mittig eine größere Dicke als an den Enden besitzen, mit denen er gegen die Ränder/Seitenwände der Düse stößt (in einer Draufsicht der liegenden Düse gesehen). Die Schrägflächen des Verdrängungskörpers, die trichterförmig verlaufen, können geradlinig und/oder geknickt und/oder gewölbt verlaufen. Die Formänderungen können in der Ebene der liegenden Düse und/oder in einer Ebene schräg dazu bzw. einer dazu senkrechten Ebene verlaufen.

Bei gerade verlaufenden Dichtlippen ist bevorzugt ein geknickter Verlauf der Schrägflächen des Verdrängungskörpers vorgesehen. Der geknickte Verlauf ist dadurch gekennzeichnet, daß ein mittiger Teil der Schrägflächen des Verdrängungskörpers parallel zu den Dichtlippen verläuft und die beiden Enden des Verdrängungskörpers zumindest annähernd senkrecht zu den zugehörigen Rändern verlaufen. Als annähernd senkrecht wird nach der Erfindung noch angesehen, was eine Neigung von 20 Grad zur Senkrechten hat.

Die Länge der abgelenkten Enden ist abhängig von der Breite des Breitschlitzes der Düsen und von der Anordnung der Schrägflächen des Verdrängungskörpers zwischen dem Eintritt in die Düse und den Düsenlippen. Bei Düsen für ei-

nen 600 bis 1000 mm breiten Kunststoffschäumstrang verläuft der mittige parallele Teil der Schrägflächen des Verdrängungskörpers im Mittel etwa in der Mitte der Düse. "Etwa in der Mitte" schließt Abweichungen bis zu 60 Prozent der Düsenlänge ein. Für Polystyrol ist die Düsenlänge (gemessen vom Eintritt bis zum Austritt) etwa gleich der Breite des mit der Düse herzustellenden Kunststoffschäumstranges. "Etwa" schließt wiederum Abweichungen bis 60% der Breite des Kunststoffschäumstranges ein. Bei anderen Kunststoffen ergibt sich die Anpassung der vorstehenden Maße an die andere Materialbeschaffenheit durch wenige Versuche.

Vor Vorteil kann auch sein, die Verdrängungswirkung des Verdrängungskörpers an den seitlichen Rändern (in der Draufsicht der liegenden Düse gesehen) deutlich zu reduzieren. "Deutlich" schließt eine Reduktion bis 50% der Verdrängungsleistung ein. Die Reduktion dient wieder der Vergleichmäßigung des Schmelzestromes. An den seitlichen Rändern ist ggfs. nicht nur ein längerer Schmelzeweg sondern auch ein erhöhter Strömungswiderstand (verursacht durch die Schmelzeberührung der Seitenflächen in der Düse) zu berücksichtigen.

Der Verdrängungskörper kann einteilig oder mehrteilig ausgebildet und auswechselbar sein.

Die Breitschlitzdüse besitzt vorzugsweise einen Düsenkörper mit kreisförmigem oder ellipsenförmigem Eintrittsquerschnitt, von dem aus die Schmelze auf die Austrittsbreite verteilt wird. An den Düsenkörper schließen sich die verstellbaren Düsenlippen unmittelbar oder mittelbar über eine zwischenliegende Platte an. Die Platte trägt dann auch die Anstelleneinrichtung für die Düsenlippen.

Zusätzlich kann die Platte auch eine Seitenwandverstellung tragen.

Bei einer Seitenwandverstellung sind (in der Draufsicht auf die liegende Düse gesehen) die Düsenwände verstellbar angeordnet, welche die Austrittsseiten der Düse bilden.

Die Seitenwandverstellung kann zur Änderung der Düsenöffnung oder auch nur zur Einspannung der Düsenlippen genutzt werden. Dabei kann mittels Schrauben in der Schließstellung eine Verspannung erfolgen. Vorzugsweise wird die Verspannung der Seitenwände für die Lippenverstellung allerdings nicht gelöst. Die Lippenverstellung erfolgt auch gegen den Druck aus der Seitenwandverspannung. Die Seitenwandverspannung wird genauso kontrolliert wie die Spannschrauben der Dichtlippen.

Wie bei den Spannschrauben an den Dichtlippen, so könnte auch die Seitenwandverstellung für die Dichtlippenverstellung gelöst und anschließend wieder verspannt werden.

Es ist von Vorteil, die Dichtlippen zu teflonisieren. Dadurch wird der Reibungswiderstand für die Schmelze erheblich reduziert. Die Teflonisierung verhindert auch ein Kleben der Schmelze am Düsenende. Bereits kleine Partikel können erhebliche Schäden an der Oberfläche des Schaumes verursachen.

Austrittsseitig kann die Schaumbildung durch eine Formgebungshilfe (Rampe) begünstigt werden. Die Formgebungshilfe drückt den sich bildenden Schaum in Vorschubrichtung des Stranges. Die Formgebungshilfe kann durch gewölbte und/oder gerade Flächen der Düse gebildet werden. Die gewölbten und/oder geraden Düsenflächen der Formgebungshilfe zeigen (in der Ansicht eines vertikalen Längsschnittes durch die liegende Düse) vorzugsweise zumindest teilweise in Richtung der Bewegung des austretenden und sich bildenden Schaumstoffstranges. Die Wölbung und die Neigung/Steigung der Flächen wird dem jeweiligen Schaum und ggfs. den anderen Betriebsbedingungen angepaßt.

Günstig für den Vorgang ist auch ein nachgeschalteter

Kalibrator. Dabei kann es sich um Platten handeln, die das Schaumwachstum nach oben und unten und an den Seiten begrenzen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung für die Extrusion von Polystyrolschaum dargestellt.

Die Fig. 1 und 2 zeigen Schnitte durch die Breitschlitzdüse in einer Zusammenschau.

Dabei ist Fig. 1 eine Draufsicht auf die liegend angeordnete Düse, die Fig. 2 die Ansicht eines Vertikalschnittes durch die liegend angeordnete Düse.

Die Düse wird in nicht dargestellter Form von einem Extruder mit treibmittelbeladenem Polystyrol gespeist. Das Treibmittel ist eine Gasmischung, die zu einem wesentlichen Teil aus CO<sub>2</sub> besteht. Die anderen Mischungsbestandteile können Kohlenwasserstoffe und/oder teilfluorierte Kohlenwasserstoffe R 134a und/oder R 152a und andere Treibmittel sein.

Die erfindungsgemäße Breitschlitzdüse setzt sich aus einem Düsenkörper 1, einer Grundplatte 2 und aus den Düsenlippen 3 zusammen.

Der Düsenkörper 1 besitzt eine kreisförmige bzw. ellipsenförmige Eintrittsöffnung 4 für von dem Extruder angeforderte Schmelze. An die Eintrittsöffnung 4 schließt sich in der Fig. 1 ein Erweiterungstrichter 5. Der Erweiterungstrichter 5 verbreitert den Schmelzestrom auf die Düsenaustrittsbreite.

Die Verteilung der Schmelze wird durch einen Verdrängungskörper 10 optimiert. Der Verdrängungskörper 10 bewirkt in der Ansicht nach Fig. 2 eine trichterförmige Verengung des Strömungsquerschnittes für die Schmelze. Durch die Verengung wird die Höhe des Durchströmquerschnittes auf 1/3 reduziert.

Der Verdrängungskörper besitzt Anströmflächen, von denen mittige Teile 11 parallel zu den Düsenlippen 3 verlaufen und abgeknickte Ende 12 senkrecht zu den in Fig. 1 dargestellten Seiten des Erweiterungstrichters 5 verlaufen.

Der Düsenkörper 1 ist mehrteilig. Er besitzt eine nicht dargestellte mittige Trennfuge zwischen einem oberen Teil und einem unteren Teil. Beide Teile sind durch Schrauben gegeneinander verspannt. Die Mehrteiligkeit hat Montage- und Wartungsvorteile.

Zur Einhaltung der Temperatur ist der Düsenkörper mit einer Temperierung versehen. Dazu sind Kanäle 7 öldurchströmt. Das Öl wird je nach Bedarf gekühlt oder aufgeheizt.

In dem Düsenkörper 1 sind für die Temperierung Meßbohrungen 8 für nicht dargestellte Temperaturfühler vorgesehen. Ferner sind Meßbohrungen 9 für eine Druckmessung der Schmelze vorgesehen.

Der richtige Schmelzedruck ist für das gewünschte Schäumergebnis von bestimmender Bedeutung. Der richtige Schmelzedruck entsteht dadurch, daß die Schmelze im Spalt zwischen den Düsenlippen 3 einen entsprechenden Widerstand überwinden muß.

Die Düsenlippen 3 sind über die Grundplatte 2 an dem Düsenkörper 3 gehalten. Zwischen beiden Düsenlippen besteht ein Spalt 13. Der Spalt 13 kann durch Bewegung/Anstellung der Düsenlippen 3 verändert werden. Zur Verstellung dienen Stellschrauben 14. Die Stellschrauben 14 sind in Blöcken 16 gehalten, die durch die Spannschrauben 15 mit der Grundplatte 2 fest an dem Düsenkörper 1 verschraubt sind.

Zum Verstellen der Düsenlippen 3 werden die Schrauben 14 bei gleichbleibender Spannung der Schrauben 15 betätigt. Das bewirkt eine Verengung oder Vergrößerung des Düsenpaltes.

Für die Spannschrauben 15 sind Löcher in den Düsenlippen 3 vorgesehen, deren Öffnungsweite um das halbe gewünschte Verstellmaß plus dem üblichen Spiel größer als

der Schraubendurchmesser ist. Das absolute Maß ist am Schraubenschaft anders als am Schraubenkopf. Das Lochmaß am Schraubenschaft soll immer kleiner als der Durchmesser des Schraubenkopfes sein, weil sonst keine sichere Verspannung gewährleistet ist.

Auch die Düsenlippen 3 sind temperiert. Dazu sind Kanäle 17 vorgesehen, die in gleicher Weise wie der Düsenkörper durchströmt sind von Temperiermedium.

Die Düsenlippen 3 sind in Fig. 3 einzeln dargestellt.

Wesentlich sind an den Düsenlippen die schmelzeberührten Flächen. Dabei wird im Ausführungsbeispiel zwischen drei Bereichen unterschieden:

- a) dem Einlauftrichter mit der Länge a
- b) dem eigentlichen Düsenpalt mit der Länge b-a
- c) dem Auslauftrichter mit der Länge c-b; c ist die Gesamtlänge der Düsenlippe

Alle vorstehenden Längenangaben sind in Schmelzeströmungsrichtung gemessen.

Im Einlauftrichter findet eine weitere Reduzierung des Strömungsquerschnittes für die Schmelze statt. Im Ausführungsbeispiel wird die Höhe des Strömungsquerschnittes von 10 mm auf 1 mm reduziert.

Im eigentlichen Düsenpalt 13 verlaufen die gegenüberliegenden Flächen der Düsenlippen 3 parallel.

Im Auslauftrichter vergrößert sich die Höhe des Strömungsquerschnittes von 1 mm auf 2 mm. Das bewirkt eine Vorexpannung der treibmittelbeladenen Schmelze.

In anderen Ausführungsbeispielen variieren die Maße an den Düsenlippen in Fig. 3 wie folgt:

c = 20 bis 150 mm

a = 10 bis 95 mm

b-a = 5 bis 20 mm

Einlauftrichter: Neigung der Wandflächen zur Längsachse bis 80 Grad

Auslauftrichter: Neigung der Wandflächen zur Längsachse bis 80 Grad

In Fig. 1 ist dargestellt, daß die Düsenlippen zwischen Seitenwänden 20 eingespannt werden. Die Seitenwände 20 sind verstellbar angeordnet und werden mit der Grundplatte 2 verspannt. Als Verstelleinrichtung und als Spanneinrichtung dienen wiederum Schrauben. Zum Verstellen der Düsenlippen 3 werden die Seitenwände nicht gelöst. Die Spannung der Seitenwände ist so eingestellt, daß sie noch eine Verstellung der Düsenlippen 3 erlaubt. Die Düse ist mit Teflon ausgekleidet. Die Teflonbeschichtung ist in Fig. 1 mit 21 bezeichnet.

In Schmelzeströmungsrichtung endet die Düse in einer Formgebungshilfe. Dabei handelt es sich um eine Krümmung der Außenflächen, die den aufschäumenden Kunststoff in Vorschubrichtung des entstehenden Stranges lenkt.

Die Formgebungshilfe wird im Ausführungsbeispiel durch die Düsenlippen 3 gebildet und ragt durch eine die Düse abschließende Manschette 22 hindurch.

#### Patentansprüche

1. Herstellung von Kunststoffschaum durch Extrudieren von treibmittelbeladener Schmelze in eine Düse, insbesondere zur Herstellung von Schaumsträngen aus Polystyrol und mit größerer Dicke als 60 mm, wobei das Treibmittel ein FCKW-freies bzw. HFCKW-freies Treibmittel ist und der Kunststoff nach Verlassen der Düse aufschäumt wird, dadurch gekennzeichnet, daß in der Düse eine Vorexpannung erfolgt.
2. Herstellung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Vorexpannung der Austritts-



- querschnitt der Schmelze aus der Düse vergrößert wird.
3. Herstellung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Verwendung von Düsen mit Düsenlippen (3), deren engste Stelle bzw. Spalt (13) in Schmelzeströmungsrichtung gegenüber dem Schmelzeaustritt zurückverlegt sind. 5
4. Herstellung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch Verwendung einer Düse mit einer Erweiterung vom Düsenpalt zwischen den Düsenlippen (3) zum Austrittsende. 10
5. Herstellung nach Anspruch 1 oder 4, gekennzeichnet durch Verwendung einer Düse mit einer Vorexpanstrecke von 5 bis 150 mm in Strömungsrichtung und/oder einem Düsenpalt von 5 bis 20 mm Länge in Strömungsrichtung und parallel verlaufenden Flächen an den Düsenlippen (3). 15
6. Herstellung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Düse mit einem Einlaufrichter zwischen den Düsenlippen (3) vor dem Düsenpalt. 20
7. Herstellung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch Verwendung einer Düse mit einer Einlaufrichterlänge in Strömungsrichtung von 10 bis 95 mm.
8. Herstellung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, gekennzeichnet durch Verwendung einer Düse mit einer Neigung der Seitenflächen des Einlaufrichters bis 80 Grad zur Mittelebene und/oder einer Neigung des Auslaufrichters der Expansionsstrecke bis zu 80 Grad.
9. Herstellung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmelztemperatur bis zum Eintritt in die Düse (3) auf eine Temperatur von 5 bis 20 Grad oberhalb der Glastemperatur der Schmelze abgekühlt wird. 30
10. Herstellung nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch eine Abkühlung auf eine Temperatur von 8 bis 12 Grad über der Glastemperatur. 35
11. Herstellung nach Anspruch 9 oder 10, gekennzeichnet durch eine Temperierung der Düse.
12. Herstellung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine getrennte Temperierung der Düsenlippen (3) und des Düsenkörpers (1). 40
13. Herstellung nach Anspruch 11 oder 12, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Düse mit einem Kanalsystem (7, 17), daß von Temperierungsmittel durchströmt ist. 45
14. Herstellung nach Anspruch 12 und 13, gekennzeichnet durch die Verwendung von Düsenlippen (3) mit mindestens einem Kanal (17) in Strömungsrichtung vor und hinter dem Düsenpalt.
15. Herstellung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, gekennzeichnet durch eine Temperaturmessung in der Düse. 50
16. Herstellung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Düse mit Meßbohrungen (8) für Temperaturfühler. 55
17. Herstellung nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch eine Koppelung der Temperaturfühler mit der Temperierung.
18. Herstellung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Düse (3) mit anstellbaren Düsenlippen (3). 60
19. Herstellung nach Anspruch 18, gekennzeichnet durch die Verwendung von geradlinig und/oder verschwenkbar anstellbaren Düsenlippen (3)
20. Herstellung nach Anspruch 19, gekennzeichnet durch die Verwendung von Düsenlippen (3), die auf einer gewölbten Auflagefläche gleiten und/oder befestigt werden. 65

21. Herstellung nach Anspruch 18 oder 19, gekennzeichnet durch die Verwendung mehrteiliger Düsenlippen (3), deren Teile einzeln oder zu mehreren anstellbar sind.
22. Herstellung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, gekennzeichnet durch die Verwendung von Düsenlippen mit einem Anstellbereich von höchstens 5 mm.
23. Herstellung nach Anspruch 22, gekennzeichnet durch eine Verstellung bis zu 1 mm.
24. Herstellung nach Anspruch einem der Ansprüche 18 bis 23, gekennzeichnet durch die Verstellung der Düsenlippen (3) unter gleichzeitiger Anpressung an den Düsenkörper (1) und/oder eine Grobverstellung und eine Feinverstellung.
25. Herstellung nach Anspruch 24, gekennzeichnet durch die Verwendung von separaten Verstellorganen für die Grobverstellung und für die Feinverstellung und/oder durch Spannschrauben (15) für die Anpressung an den Düsenkörper.
26. Herstellung nach Anspruch 25, gekennzeichnet durch die Verwendung von Spannschrauben (15), die zumindest teilweise zugleich die Führung der Dichtlippen (3) bei deren Verstellen bilden.
27. Herstellung nach Anspruch 25 oder 26, gekennzeichnet durch die Verwendung von Dichtlippen (3) der Schraubenlöcher, abgesehen von dem üblichen Spiel, ein Übermaß gegenüber den Spannschrauben (15) besitzen, das mindestens gleich der halben gewünschten Anstellung der Dichtlippen (3) ist, wobei der Lochdurchmesser am Schraubenschaft kleiner als der Kopfdurchmesser der Spannschrauben (15) ist.
28. Herstellung nach Anspruch 27, gekennzeichnet durch die Verwendung von Dichtlippen mit einem Übermaß an den Schraubenlöcher, das gleich dem ganzen gewünschten Verstellbereich ist.
29. Herstellung nach einem der Ansprüche 24 bis 28, gekennzeichnet durch die Verwendung von Zylinderkopfschrauben.
30. Herstellung nach einem der Ansprüche 18 bis 29, gekennzeichnet durch die Verwendung von Schrauben oder Gewindeständen oder Spindeln für die Verstellung der Dichtlippen (3).
31. Herstellung nach einem der Ansprüche 18 bis 30, gekennzeichnet durch Verwendung anstellbarer Seitenwände (20), welche die Dichtlippen (3) zwischen sich einschließen.
32. Herstellung nach Anspruch 31, gekennzeichnet durch Verstellen der Dichtlippen unter Einspannungsdruck der Seitenwände.
33. Herstellung nach Anspruch 31 oder 32, gekennzeichnet durch die Verwendung von Spannschrauben und/oder von Spindeln oder Gewindestangen oder Schrauben zur Anstellung der Seitenwände.
34. Herstellung nach einem der Ansprüche 1 bis 33, gekennzeichnet durch die Verwendung quer zur Mittelachse der Düse geradlinig und/oder gewölbt und/oder geknickt verlaufender Dichtlippen (3).
35. Herstellung nach Anspruch 34, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Düse, in der die Unterschiede im Schmelzeweg höchstens 20% vorzugsweise nicht mehr als 5% betragen.
36. Herstellung nach einem der Ansprüche 18 bis 35, gekennzeichnet durch eine Druckmessung an der Düse.
37. Herstellung nach Anspruch 36, gekennzeichnet durch die Verwendung von Meßbohrungen (9) für Drucksonden in der Düse.
38. Herstellung nach einem der Ansprüche 1 bis 37, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Düse mit



einem Verdrängungskörper (10) in einem Erweiterungstrichter (5) vor den Düsenlippen (3) zur Vereinheitlichung des Schmelzestromes.

39. Herstellung nach Anspruch 38, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Verdrängungskörpers (10) mit Anströmflächen (11, 12), die quer zur Düsenlängsachse und/oder in der Vertikalen (bei liegender Düse) geradlinig und/oder gewölbt und/oder geknickt verlaufen.

40. Herstellung nach Anspruch 39, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Verdrängungskörpers (10), dessen Anströmflächen bei abgelenkten Enden zumindest annähernd senkrecht (in der Draufsicht der liegenden Düse) auf die Seitenwände des Erweiterungstrichters stoßen.

41. Herstellung nach Anspruch 40, gekennzeichnet durch einen Verdrängungskörper (10), der an den Enden nicht mehr als 20 Grad von der Senkrechten abweicht.

42. Herstellung nach einem der Ansprüche 39 bis 41, gekennzeichnet durch die Verwendung von geknickt verlaufenden Anströmflächen, deren mittlerer Teil (11) parallel zu den Dichtlippen (3) verläuft und deren Enden (12) abgelenkt sind und in der Anwendung auf die Herstellung eines 600 bis 1000 mm breiten Stranges eine Länge besitzen, die weniger als ein Viertel der Gesamtlänge ist.

43. Herstellung nach einem der Ansprüche 38 bis 41, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Verdrängungskörpers (10), dessen Verdrängungswirkung an den Seitenwänden des Erweiterungstrichters eine Reduktion der Verdrängungsleistung um bis zu 50% zeigt.

44. Herstellung nach einem der Ansprüche 37 bis 42, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Verdrängungskörpers (10) dessen Anströmflächen im Mittel mit einer maximalen Abweichung von 60% der Breite des Kunststoffschaumstranges in der Mitte der Düse verlaufen.

45. Herstellung nach einem der Ansprüche 1 bis 43, gekennzeichnet durch die Verwendung einer teflonisierten Düse.

46. Herstellung nach einem der Ansprüche 1 bis 44, gekennzeichnet durch die Verwendung einer Schaumformungshilfe am Düsenende.

47. Herstellung nach einem der Ansprüche 1 bis 45, gekennzeichnet durch die Verwendung eines Kalibrators.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

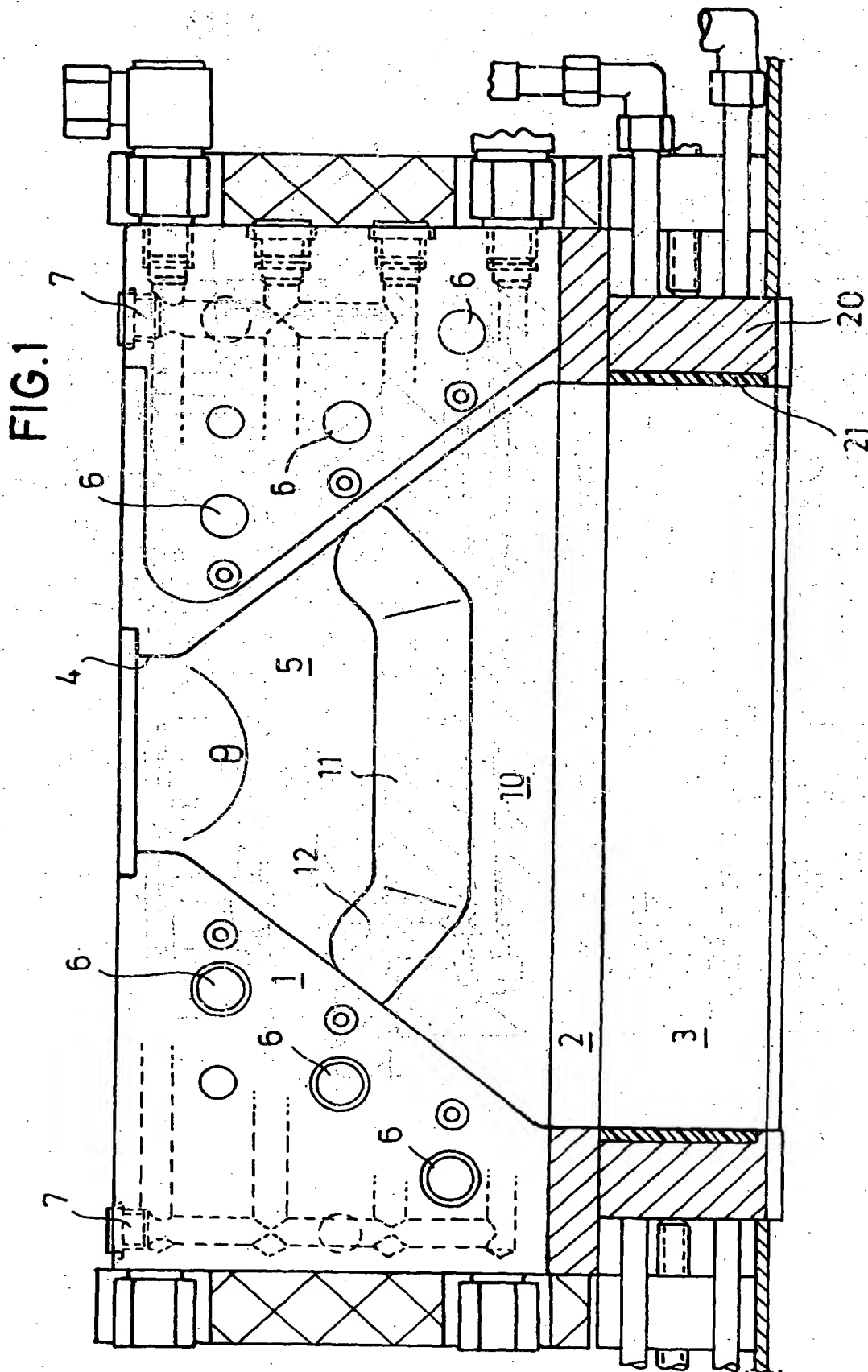


FIG. 2

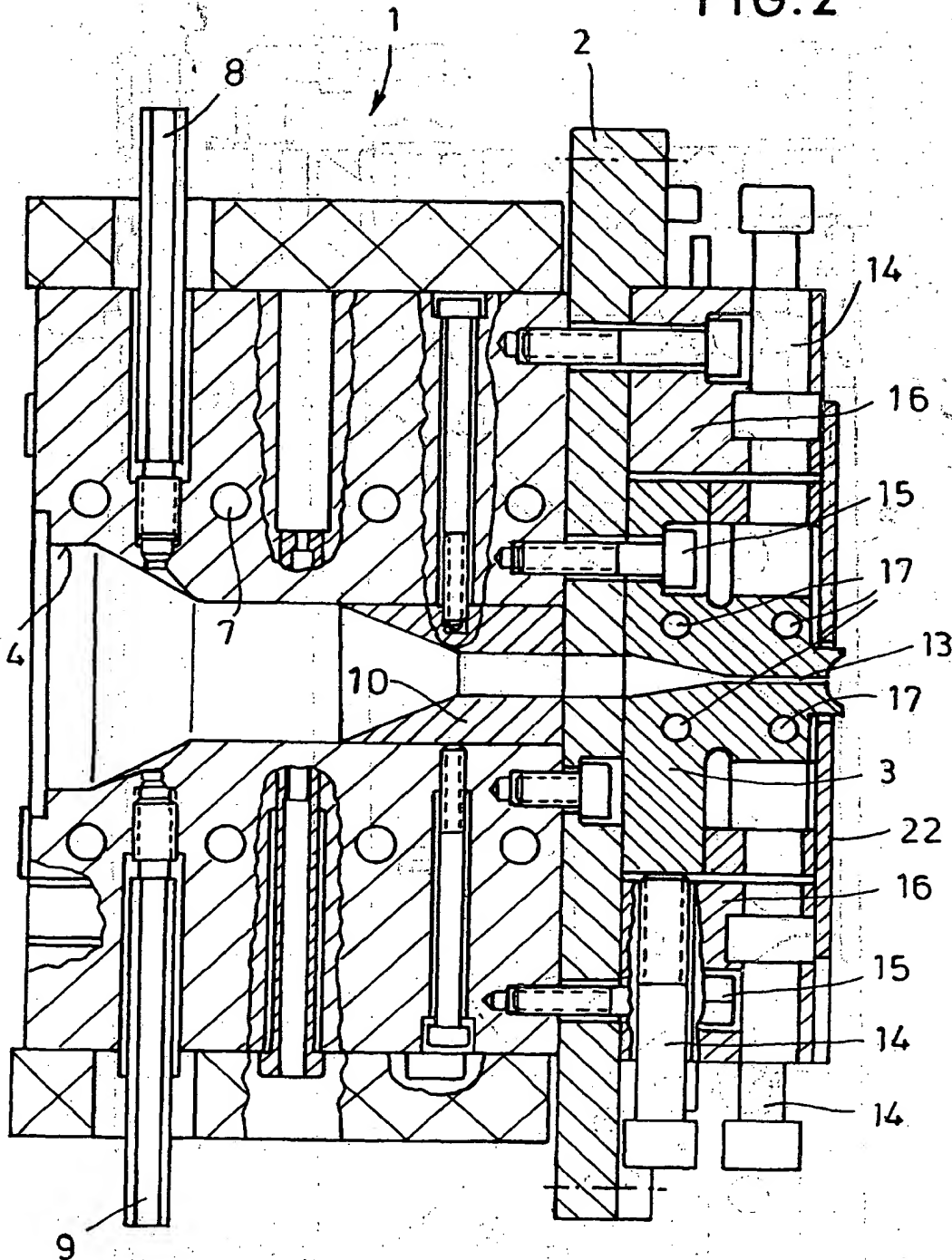


FIG.3

